

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 44 120 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 D 41/38**  
F 02 M 61/16

⑳ Aktenzeichen: 100 44 120.3  
㉔ Anmeldetag: 7. 9. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 4. 4. 2002

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

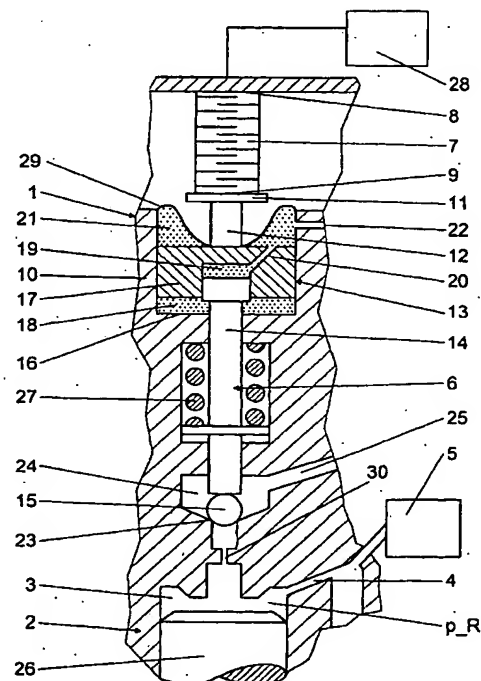
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 199 54 023 A1  
DE 199 17 711 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Common-Rail-System

⑤⑦ Es wird ein Ventil zum Ansteuern eines Fluids vorgeschlagen, mit einer Aktuator-Einheit (7) zur Betätigung eines axial verschiebbaren Ventilieds (6), dem ein Ventilschließglied (15) zugeordnet ist, das zum Öffnen und Schließen des Ventils (1) mit einem Ventilsitz (23) zusammenwirkt und das einen Hochdruckbereich (3) von dem Ventil (1) trennt. In dem Hochdruckbereich (3) befindet sich das anzusteuern Fluid unter einem Arbeitsdruck ( $p_R$ ). Dieser Arbeitsdruck ( $p_R$ ) und ein unter Umständen auftretender Überdruck wird dadurch registriert, daß die Aktuator-Einheit (7) als Kraftmeßsensor ausgebildet ist. Insbesondere dient dieses Ventil (1) als Druckbegrenzventil bei einem Common-Rail-System (Figur).



DE 100 44 120 A 1

DE 100 44 120 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Common-Rail-System gemäß der in Patentanspruch 1 und insbesondere von einem Ventil zum Ansteuern eines Fluids gemäß der in Patentanspruch 3 näher definierten Art aus.

[0002] Derartige Ventile zum Ansteuern eines Fluids, bei denen in der Regel ein Ventilschließglied einen Niederdruckbereich innerhalb des Ventils von einem Hochdruckbereich außerhalb des Ventils trennt, sind in der Praxis u. a. bei Kraftstoffinjektoren, wie beispielsweise Common-Rail-Injektoren, oder bei Pumpen aus dem Kraftfahrzeugbereich in den unterschiedlichsten Ausführungen bekannt.

[0003] So ist aus der EP 0 477 400 A1 ein Ventil dieser Gattung bekannt, das über einen speziellen piezoelektrischen Aktuator betätigbar ist. Darüber hinaus weist das darin beschriebene Ventil eine Anordnung für einen in Hubrichtung wirkenden Wegtransformator des piezoelektrischen Aktuators auf, wobei dessen Auslenkung über eine Hydraulikkammer übertragen wird. Diese Hydraulikkammer dient als Übersetzungs- und Toleranzausgleichselement.

[0004] Hierbei bestimmt sich das Übersetzungsverhältnis über die unterschiedlichen Durchmesser zweier Kolben, zwischen denen die Hydraulikkammer angeordnet ist. Daneben können über das Arbeitsvolumen der Hydraulikkammer unter Umständen auftretende Setzeffekte sowie Toleranzen ausgeglichen werden, die beispielsweise aufgrund von unterschiedlichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten der in dem Ventil zur Anwendung kommenden Materialien auftreten.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind auch Common-Rail-Systeme mit Magnetventilen bekannt, bei denen eine Feder ein entsprechendes Ventilschließglied zu Dichtungszwecken gegen einen Ventilsitz drückt.

[0006] Bei gängigen Common-Rail-Systemen, bei denen der Einspritzdruck unabhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge erzeugt wird und in einem gemeinsamen Kraftstoffspeicher (Common Rail) zur Einspritzung über ventilsteuerte Injektoren bereitgehalten wird, werden Druckbegrenzungsventile zur Sicherung gegen Überdruck eingesetzt, die in der Regel in dem Bereich des für alle Einspritzventile gemeinsamen Kraftstoffspeichers angeordnet sind.

[0007] Ein solches Druckbegrenzungsventil begrenzt den Druck in dem Kraftstoff- bzw. Druckspeicher, indem es bei zu hoher Beanspruchung eine Ablauföffnung für den Kraftstoff freigibt. Dabei kann es z. B. bei einem normalen Arbeitsdruck von bis 1350 bar in dem Druckspeicher kurzzeitig einen maximalen Druck von bis zu 1500 bar zulassen.

[0008] Bei aus der Praxis bekannten Druckbegrenzungsventilen handelt es sich um mechanisch arbeitende Komponenten mit einem Gehäuse mit Außengewinde zum Anschrauben an den Rail, einem Anschluß an eine Rücklaufleitung zu einem Kraftstoffbehälter, einem beweglichen Kolben und einer Feder. Das Gehäuse hat auf der Anschlußseite zu dem Rail eine Bohrung, die durch ein kegelförmiges Ende des Kolbens am Dichtsitz im Gehäuseinneren verschlossen wird.

[0009] Die Feder drückt bei normalem Arbeitsdruck des Kraftstoffs den Kolben dicht in seinen Dichtsitz, so daß der Druckspeicher auf der Anschlußseite, an der das Druckbegrenzungsventil angeschlossen ist, geschlossen bleibt. Erst beim Überschreiten des maximalen Arbeits- bzw. Einspritzdruckes wird der Kolben durch den in dem Druckspeicher vorherrschenden Überdruck gegen die Feder aufgedrückt,

so daß der unter Hochdruck stehende Kraftstoff entweichen kann. Der entweichende Kraftstoff wird dann über Kanäle in eine zylindrische Bohrung des Kolbens geleitet und über eine Sammelleitung zu dem Kraftstoffbehälter zurückgeführt.

## Vorteile der Erfindung

[0010] Das erfindungsgemäße Common-Rail-System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 benötigt vorteilhafterweise kein aus dem Stand der Technik bekanntes separates Überdruckventil an dem Common-Rail-Druckspeicher, da dessen Funktion von den ohnehin vorhandenen Steuerventilen, mittels denen das Einspritzverhalten in den Einspritzeinrichtungen gesteuert wird, übernommen wird.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn ein erfindungsgemäßes Ventil zur Steuerung eines Fluids mit den Merkmalen des Patentanspruchs 3 zum Einsatz kommt. Ein solches Ventil, welches selbstverständlich auch in anderen Bereichen Verwendung finden kann, bietet den Vorteil, daß der anstehende Druck über eine gegebenenfalls bereits vorhandene Aktuator-Einheit sensiert wird, und die Druckbegrenzungsfunktion im wesentlichen über eine einfache Software realisierbar ist.

[0012] Damit werden nicht nur Druckbegrenzungsventile als zusätzliche Komponenten überflüssig, sondern es entsteht auch kein nennenswerter mechanischer Mehraufwand bei den Ventilen, so daß sich hierdurch eine erhebliche Kosteneinsparung erzielen läßt.

[0013] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

## Zeichnung

[0014] Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Ventils zur Ansteuerung eines Fluids ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der folgenden Beschreibung näher erläutert.

[0015] Es zeigt die einzige Figur der Zeichnung eine schematische, ausschnittsweise Darstellung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung für eine Einspritzeinrichtung eines Common-Rail-Systems im Längsschnitt.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0016] Das in der Figur dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Verwendung des erfindungsgemäßen Ventils 1 bei einem Common-Rail-Injektor bzw. einer Einspritzeinrichtung 2 zur Einspritzung von vorzugsweise Dieseldieselkraftstoff für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen. In der vorliegenden Ausführung erfolgt die Kraftstoffeinspritzung über das Druckniveau in einem Ventilsteuerraum 3, der mit einer Hochdruckversorgung 4 verbunden ist. In diesem Ventilsteuerraum 3 herrscht ein Hochdruck bzw. Einspritzdruck  $p_R$  vor, welcher den Hochdruckbereich definiert. Die Hochdruckversorgung 4 verbindet den Ventilsteuerraum 3 mit einem Common-Rail-Druckspeicher 5, in dem der Kraftstoff ebenfalls unter Hochdruck  $p_R$  vorliegt.

[0017] Zur Einstellung eines Einspritzbeginns, einer Einspritzdauer und einer Einspritzmenge über bestimmte Kräfteverhältnisse in der Einspritzeinrichtung 2 wird ein Ventilschließglied 6 in dem Ventil 1 über eine als piezoelektrischer Aktor 7 ausgebildete Aktuator-Einheit angesteuert, die auf der dem Ventilsteuerraum 3 und dem Brennraum abgewandten Seite des Ventilschließglieds 6 angeordnet ist.

[0018] Der piezoelektrische Aktor 7 ist in üblicher Weise aus mehreren Schichten aufgebaut und weist auf seiner dem

Ventilglied 6 zugewandten Seite einen Aktorkopf 9 und auf seiner dem Ventilglied 7 abgewandten Seite einen Aktorfuß 8 auf, der sich an einer Wand eines Ventilkörpers 9 des Ventils 1 abstützt. Über ein Auflager 11 schließt ein erster Kolben 12 einer hydraulischen Übersetzungseinrichtung 13 des Ventilglieds 6 an. Das Ventilglied 6 ist in einer entsprechenden Längsbohrung des Ventilkörpers 10 axial verschiebbar angeordnet und weist einen zweiten Kolben 14 auf, der ein Ventilschließglied 15 betätigt.

[0019] Innerhalb der hydraulischen Übersetzungseinrichtung 13 sind der erste Kolben 12 und der zweite Kolben 14 derart ausgestaltet, daß sie in einer Kammer 16 der hydraulischen Übersetzungseinrichtung 13 in dem Ventilkörper 10 axial verschiebbar angeordnet sind, wobei der zweite Kolben 14 wiederum in einem muffenartig ausgebildeten Endstück 17 des ersten Kolbens 12 geführt ist.

[0020] Der erste Kolben 12 und der zweite Kolben 14 schließen mit dem Ventilkörper 9 eine erste Hydraulikkammer 18 ein. Zwischen der ersten Hydraulikkammer 18 abgewandten Seite des zweiten Kolbens 14 und dem ersten Kolben 12 ist in der für die Führung des zweiten Kolbens 14 in dem ersten Kolben 12 vorgesehenen Ausnehmung eine zweite Hydraulikkammer 19 ausgebildet.

[0021] Es ist zu erkennen, daß durch die spezielle Anordnung der Hydraulikkammern 18 und 19 eine Bewegungsumkehr zwischen beiden Kolben 12 und 14 bewerkstelligt wird. Wird der erste Kolben 12 infolge einer Auslenkung des piezoelektrischen Aktors 7 nach unten gedrückt, führt dies gleichzeitig zu einer Hubbewegung des zweiten Kolbens 14 in entgegengesetzter Richtung. Dieser zweite Kolben 14 verdrängt das in der zweiten Hydraulikkammer 19 befindliche Arbeitsfluid über einen Ausgleichskanal 20 in eine Ausgleichskammer 21. Die Ausgleichskammer 21 steht zu Zwecken der Abführung des Arbeitsfluids mit einem Leckageausgleichskanal 22 in Verbindung und ist durch eine Membran 29 gegenüber dem piezoelektrischen Aktor 7 abgedichtet.

[0022] Mit anderen Worten sind die Kolben 12 und 14 in der hydraulischen Übersetzungseinrichtung 13 so miteinander gekoppelt, daß die Auslenkung des piezoelektrischen Aktors 7 übertragen wird, indem der zweite Kolben 14 entsprechend dem Übersetzungsverhältnis der Kolbendurchmesser um eine bestimmte Wegstrecke angehoben wird.

[0023] An dem dem Ventilsteuerraum 3 zugewandten Ende des Ventilglieds 6 wirkt das kugelförmige Ventilschließglied 15 mit einem an dem Ventilkörper 10 ausgebildeten Ventilsitz 23 zusammen, wobei das Ventilschließglied 15 einen Niederdruckbereich 24 mit einem darin vorherrschenden Niederdruck des Fluids von einer Ablaufdrossel 30 und dem Ventilsteuerraum 3, welcher mit dem Hoch- bzw. Einspritzdruck  $p_R$  des Fluids beaufschlagbar ist, trennt.

[0024] Von dem Niederdruckbereich 24 zweigt ein Leckageausgleichskanal 25 ab. Der Ventilsteuerraum 3 der Einspritzeinrichtung 2 ist in der Figur lediglich ausschnittsweise angedeutet. In dieser ist eine bewegliche Düsenadel 26 angeordnet, die eine Einspritzöffnung in eine Brennkammer eines Motors schließt und öffnet. Durch deren axialer Bewegung wird das Einspritzverhalten der Einspritzeinrichtungen 2 auf an sich bekannte Art und Weise gesteuert, wobei der Kraftstoff in dem Ventilsteuerraum 3 über die Hochdruckversorgung 4 aus dem mit dem für mehrere Einspritzeinrichtungen 2 gemeinsamen Druckspeicher 5 zugeführt wird, und der Ventilsteuerraum 3 zur Einspritzung über die Ablaufdrossel 30 und das erfindungsgemäße Ventil 1 entlastet wird.

[0025] Zwischen der hydraulischen Übersetzungseinrichtung 13 und dem Ventilschließglied 15 ist eine Dichtfeder 27 angeordnet, die den zweiten Kolben 14 umschließt und in

dem Ventilkörper 10 derart abgestützt ist, daß durch die Federkraft der Dichtfeder 27 der zweite Kolben 14 nach unten gepreßt wird, so daß das Ventilschließglied 15 im Ruhezustand des Ventils 1 gegen den Ventilsitz 23 dichtend zum Anliegen kommt.

[0026] Der hier mit Piezokeramik ausgebildete Aktuator-Einheit 7 dient erfindungsgemäß nicht nur als Huborgan, sondern auch als Kraftsensor, denn die auf die piezoelektrische Einheit wirkenden Kraftänderungen werden als Spannungsänderungen registriert. Hierzu steht der piezoelektrische Aktor 7 über eine einzige Leitung, welche als Sensor- und Steuerleitung fungiert, mit einem Steuergerät 28 in Verbindung.

[0027] Dieses Steuergerät 28 dient sowohl der Meßaufnahme, wenn der piezoelektrische Aktor 7 als Kraftmeßsensor wirkt, als auch gleichzeitig als Ansteuergerät, wenn der piezoelektrische Aktor 7 ausgelenkt werden soll. Innerhalb des Steuergeräts 28 lassen sich diese Funktionen gemeinsam über eine entsprechende elektronische Schaltung bzw. Software bewerkstelligen.

[0028] Das erfindungsgemäße Ventil 1 übernimmt die Funktion eines Druckbegrenzungsventils für einen in dem Hochdruckbereich 3 gegebenenfalls auftretenden Überdruck, der über dem Einspritzdruck  $p_R$  liegt. Der Durchmesser des Ventilsitzes 23 bestimmt bei festgelegter Federkraft der Dichtfeder 27 die Dichtkraft. Wird diese Dichtkraft überschritten, öffnet das Ventil 1 ohne Ansteuerung durch den piezoelektrischen Aktor 7 von sich aus, wenn die aus dem Überdruck in dem Hochdruckbereich 3 resultierende Gegenkraft die Dichtkraft übersteigt. In diesem Fall wird durch den Hub des zweiten Kolbens 14 und der hydraulischen Übersetzungseinrichtung 13 eine Kraft auf den piezoelektrischen Aktor 7 übertragen, der diese mißt und an das Steuergerät 28 weitergibt. So kann das Steuergerät 28 erkennen, daß eine Fehlfunktion in dem Hochdruckbereich 3 vorliegt.

[0029] Durch eine daraufhin folgende gezielte Auslenkung des piezoelektrischen Aktors 7 läßt sich dann der Hub des zweiten Kolbens 14 und damit das Ventilschließglied 15 gezielt öffnen, so daß sich der Überdruck, der in dem Hochdruckbereich 3 vorherrscht, über den Leckageausgleichskanal 25 abbauen kann.

[0030] Die Öffnung zu Zwecken des Abbaus des Überdrucks wird dabei so kurz getaktet, daß es zu keiner Ansteuerung der Düsenadel 26 selbst kommen kann. Mit anderen Worten erfolgt die Öffnung des Ventils 1 in so kurzen Zeiträumen, daß infolge der Trägheit der Düsenadel 26 diese in ihrer Schließstellung verharrt mit dem Effekt, daß die Einspritzeinrichtung 2 nicht öffnet und es zu keiner Einspritzung von Kraftstoff kommt.

[0031] Es versteht sich auch, daß die Erfindung nicht nur bei den hier als bevorzugtes Einsatzgebiet beschriebenen Common-Rail-Systemen Verwendung finden kann, sondern generell bei Kraftstoffeinspritzventilen oder auch in anderen Bereichen, wie beispielsweise bei Pumpen, verwirklicht werden kann, wo ein schlagartiger Abbau eines kurzfristig auftretenden Überdrucks sichergestellt werden soll.

#### Patentansprüche

1. Common-Rail-System mit einem Common-Rail-Druckspeicher (5) und mehreren über jeweils ein Steuerventil (1) ansteuerbaren Einspritzeinrichtungen (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eines der Steuerventile (1) gleichzeitig als Druckbegrenzungsventil für den Common-Rail-Druckspeicher (5) ausgebildet ist.

2. Common-Rail-System nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß das Steuerventil (1) von einem Steuergerät (28) derart ansteuerbar ist, daß es bei Erkennen eines Überdruckes in dem Common-Rail-Druckspeicher (5) so lange geöffnet bleibt, bis der Überdruck über das Steuerventil (1) abgebaut ist, ohne daß dabei eine Düsenadel (26) der Einspritzeinrichtung (2) angesteuert ist.

3. Ventil, insbesondere als Steuerventil in einem Common-Rail-System nach dem Anspruch 1 oder 2, zum Ansteuern eines Fluids mit einer Aktuator-Einheit (7) zur Betätigung eines axial verschiebbaren Ventilglieds (6), dem ein Ventilschließglied (15) zugeordnet ist, das zum Öffnen und Schließen des Ventils (1) mit einem Ventilsitz (23) zusammenwirkt und das einen Hochdruckbereich (3) von dem Ventil (1) trennt, in dem sich das anzusteuern Fluid unter einem Hochdruck ( $p_R$ ) befindet, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung des anstehenden Hochdrucks ( $p_R$ ) die Aktuator-Einheit (7) gleichzeitig als Kraftmeßsensor ausgebildet ist und in Abhängigkeit der detektierten, auf diese einwirkenden Kraft ansteuerbar ist.

4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuator-Einheit (7) als piezoelektrische Einheit ausgebildet ist.

5. Ventil nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (6) mit einer Dichtfeder (27) gekoppelt ist, die das Ventilschließglied (15) unter einer bestimmten Dichtkraft gegen den Ventilsitz (23) drückt.

6. Ventil nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilschließglied (15) in einem Niederdruckbereich (24) angeordnet ist, in dem sich das Fluid bei geschlossenem Ventil (1) unter einem Niederdruck befindet.

7. Ventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdruckbereich (24) mit einem Leckageausgleichkanal (25) verbunden ist.

8. Ventil nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (6) eine hydraulische Übersetzungseinrichtung (13) aufweist.

9. Ventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Übersetzungseinrichtung (13) so ausgebildet ist, daß das Ventilglied (6) entgegen einer Auslenkungsrichtung der piezoelektrischen Einheit (7) verschiebbar ist.

10. Ventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Übersetzungseinrichtung (13) einen ersten Kolben (12) aufweist, in dem ein zweiter Kolben (14) des Ventilglieds (6) derart geführt ist, daß zu beiden Seiten des zweiten Kolbens (14) jeweils eine Hydraulikkammer (18) und (19) angeordnet ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**